

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

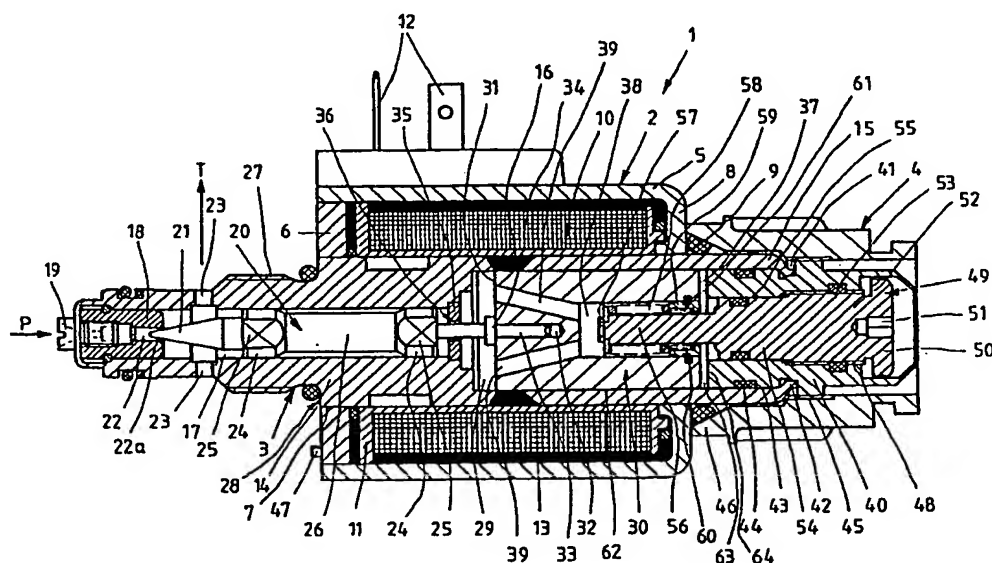
| | | | |
|---|--|---|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation 7 : F16K 31/06, B60T 8/36, F16K 47/02 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/50794 |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/01013 | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. August 2000 (31.08.00) | |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 9. Februar 2000 (09.02.00) | | (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (30) Prioritätsdaten: 199 07 732.0 23. Februar 1999 (23.02.99) DE | | Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen. | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MANNESMANN REXROTH AG [DE/DE]; Jahnstrasse 3 - 5, D-97816 Lohr (DE). | | | |
| (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WÖLFGES, Hans [DE/DE]; Auweg 7, D-97816 Lohr (DE). | | | |
| (74) Gemeinsamer Vertreter: MANNESMANN REXROTH AG; Jahnstrasse 3 - 5, D-97816 Lohr (DE). | | | |

(54) Title: SOLENOID VALVE

(54) Bezeichnung: MAGNETVENTIL

(57) Abstract

The invention relates to a proportional actuating magnet (1) for a hydraulic solenoid valve, comprising a pole (3) with a location bore (17) for receiving a valve cone (20), in addition to a pole tube (15) for receiving an armature (30). An armature plunger (33) extends between the armature (30) and valve cone (20). A retention area (35) with an opening (36) for the penetration of the plunger is provided in the area around the armature plunger, between the location bore (17) for receiving the valve cone and the pole tube (15). An annular gap of predetermined width is configured between the interior of the opening (36) for the penetration of the plunger and the exterior of the armature plunger (33) that runs through the opening (36) for the penetration of said plunger.



(57) Zusammenfassung

Ein proportionaler Betätigungsmagnet (1) für ein hydraulisches Magnetventil hat einen Pol (3) mit einer Ventilkegelaufnahmebohrung (17) zur Aufnahme eines Ventilkegels (20) sowie ein Polrohr (15) zur Aufnahme eines Ankers (30). Zwischen Anker (30) und Ventilkegel (20) erstreckt sich ein Ankerstößel (33). In einem Bereich zwischen Ventilkegelaufnahmebohrung (17) und Polrohr (15) ist um den Ankerstößel (33) herum ein Staubereich (35) mit einer Stösseldurchtrittsöffnung (36) vorgesehen. Zwischen der Innenseite der Stösseldurchtrittsöffnung (36) und der Aussenseite des in der Stösseldurchtrittsöffnung (36) verlaufenden Ankerstößels (33) ist ein Ringspalt mit einer vorbestimmten Spaltbreite ausgebildet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidshan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | | Republik Mazedonien | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | ML | Mali | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MN | Mongolei | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MR | Mauretanien | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MW | Malawi | US | Vereinigte Staaten von |
| CA | Kanada | IT | Italien | MX | Mexiko | | Amerika |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CM | Kamerun | | Korea | PL | Polen | | |
| CN | China | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CU | Kuba | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CZ | Tschechische Republik | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| DE | Deutschland | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DK | Dänemark | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| EE | Estland | LR | Liberia | SG | Singapur | | |

Beschreibung

MAGNETVENTIL

- 5 Die Erfindung betrifft einen proportionalen Betätigungsmagneten insbesondere für ein hydraulisches Ventil.

Die bekannten Betätigungsmagnete weisen einen Pol mit einer Ventilkegelaufnahmebohrung zur Aufnahme eines Ventilkegels
10 sowie ein im wesentlichen zylindrisches Polrohr mit einer Polrohrbohrung zur Aufnahme eines im wesentlichen zylindrischen Ankers auf. Bei den bekannten Betätigungsmagneten ist zwischen dem Anker und der Polrohrbohrung ein Luftspalt von ca. 0,1 mm bis 0,4 mm vorgesehen, oder auf der Seite des
15 Ankerstößels ist der Ankerraum zur Außenumgebung offen, so daß die Hydraulikflüssigkeit ungedrosselt in den Ankerraum ein- und ausströmen kann. Luft und Schmutz können ungehindert in den Ankerraum gelangen und die Funktion des proportionalen Betätigungsmagneten stören. Es ist sehr schwierig, beim Ent-
20 lüften des im Polrohr vorgesehenen Ankerraums die Luft völlig aus dem langen schmalen Spalt zwischen Anker und Polrohrbohrung zu entfernen. Darüber hinaus weisen die bekannten proportionalen Betätigungsmagnete häufig Zwischenräume und Verbindungsbohrungen auf, in denen sich beim Befüllen mit Hy-
25 drauliköl Luftsäcke bilden.

Entlüftungsschrauben haben sich hierbei nicht als zur Entlüftung geeignet erwiesen, da eine Vielzahl von Entlüftungsschrauben vorgesehen werden müßte, um bei wechselnder Einbau-
30 lage des hydraulischen Magnetventils von der höchsten Stelle im Magnetinnenraum stets ein Entlüften zu gewährleisten.

Dabei sind im Inneren des proportionalen Betätigungsmagnets vorhandene Luftblasen besonders nachteilig, da diese den Kompressionsmodul der Druckflüssigkeit reduzieren und somit die
35 Dämpfung der Bewegung des Ankers erheblich vermindern. Dies hat zur Folge, daß das Magnetventil leicht zu Schwingungen

angeregt werden kann, die Störungen im Betrieb des hydraulischen Magnetventils verursachen. Außerdem kann sich Schmutz im Ankerraum in die Ankerlagerung einklemmen und so zum Ausfall des Betätigungsmagneten führen.

5

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein hydraulisches Magnetventil sowie einen proportionalen Betätigungsmagneten insbesondere für ein hydraulisches Magnetventil bereitzustellen, mit denen stets ein zuverlässiger Betrieb möglich ist.

10

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

15

Gemäß der Erfindung ist zwischen Anker und Ventilkegel ein Ankerstößel vorgesehen, der gegenüber dem Anker und Ventilkegel einen kleineren Durchmesser aufweist. Weiterhin ist im Bereich zwischen Ventilkegelaufnahmebohrung und Polrohr um den Ankerstößel herum ein Staubereich mit einer Stößeldurchtrittsöffnung vorgesehen, wobei zwischen der Innenseite der Stößeldurchtrittsöffnung und der Außenseite des in der Stößeldurchtrittsöffnung verlaufenden Ankerstößels um den Umfang der Stößeldurchtrittsöffnung herum ein Ringspalt mit einer vorbestimmten Spaltbreite ausgebildet ist.

20

25

Der Erfindung sieht demnach vor, auf der Seite des Ankerstößels die Hydraulikflüssigkeit zwischen Ankerraum und Außenumgebung gedrosselt ein- und ausströmen zu lassen, so daß sich im Ankerraum auf der Seite des Ankerstößels ein Staudruck aufbaut, der die Bewegung des Ankers dämpft.

30

Durch die erfindungsgemäße Ausbildung des Bereichs zwischen Ventilkegelaufnahmebohrung und Polrohr ist stets eine gute Dämpfung der Bewegung des Ankers gewährleistet. Die Hydraulikflüssigkeit, die durch eine Bewegung des Ankers im Polrohr in das Polrohr einströmt bzw. aus diesem ausströmt muß den

35

Ringspalt durchtreten, wobei sie einem Reibungseinfluß unterliegt. Dadurch wird der Strömung ein Widerstand entgegen gesetzt, der dämpfend auf die Bewegung des Ankers einwirkt.

- 5 Vorteilhafterweise wird durch die Ausführung mit dem Ringspalt um den Ankerstößel herum auch das Eintreten von Schmutz und Luft in das Polrohr wirkungsvoll verhindert.

- 10 Bei der Erfindung hat sich herausgestellt, daß sich ein besonders vorteilhaftes Magnetventil mit einem proportionalen Betätigungsmagnet dann ergibt, wenn der Durchmesser des Ankerstößels besonders klein gewählt wird. Zum einen ergibt sich dadurch ein geringer Ölaustausch zwischen Polrohr und Ventilkegelaufnahmebohrung bei einer Bewegung des Ankers. Zum
15 anderen verringert sich bei gleicher Spaltbreite die Ringspaltfläche proportional mit dem Durchmesser des Ankerstößels. Eine geringe Ringspaltfläche erhöht den Dämpfungseffekt auf den Anker und verringert die Gefahr des Eintretens von Luft und/oder Schmutz in das Polrohr. Zusätzlich wird
20 auch durch den geringen Ölaustausch zwischen Polrohr und Ventilkegelaufnahmebohrung dem Eintreten von Luft und/oder Schmutz in das Polrohr entgegengewirkt. Vorteilhafterweise sollte der Ankerstößel in dem Staubereich nicht reiben, um eine etwaige Hysterese des Betätigungsmagneten nicht zu ver-
25 größern.

- Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung hat es sich besonders bewährt, den Ringspalt zwischen Ankerstößel und der Stößel-
30 durchtrittsöffnung so auszubilden, daß das Verhältnis der Spaltbreite zu dem Durchmesser des Ankerstößels kleiner als 0,25 und insbesondere kleiner als 0,05 ist. Dabei ergibt sich eine gute Funktion, wenn die Ringspaltbreite 0,1 mm beträgt und wenn der Stößeldurchmesser 2 mm beträgt. Bei einem Ankerdurchmesser von 16,7 mm stellt sich dann ein zuverlässiger
35 Betrieb des erfindungsgemäßen Betätigungsmagneten ein. Weitere Verbesserungen ergeben sich, wenn der Ringspalt noch weiter verkleinert wird, beispielsweise auf Maße von kleiner

als 0,1 mm. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Lagerung des Ankers so auszuführen, daß nur ein geringes Axialspiel auftritt. Bei einer solchen Lagerung des Ankers kann die Spaltbreite nämlich noch weiter verringert werden, ohne daß
5 der Ankerstößel aufgrund der axialen Verlagerungen des Ankers in dem Staubereich reibt, wodurch eine Hysterese des Betätigungsmagneten vergrößert würde.

Erfindungsgemäß soll die Spaltbreite so ausgeführt werden,
10 daß sich bei einer Bewegung des Ankers aufgrund der Drosselung des Hydrauliköls im Ringspalt eine merkliche Dämpfung der Bewegung des Ankers ergibt.

Mit der erfindungsgemäßen Ausbildung des Betätigungsmagneten
15 wird der Innenraum des Polrohr auch selbsttätig entlüftet, so daß Entlüftungsschrauben eingespart werden können.

Vorteilhafterweise ist der Staubereich als im wesentlichen kreisscheibenförmige Stauscheibe ausgebildet, in der die
20 Stößeldurchtrittsöffnung mittig angeordnet ist. Dadurch ergibt sich eine besonders einfache Herstellung und Montage des erfindungsgemäßen Betätigungsmagneten.

Weiterhin ist im Bereich zwischen der äußeren Mantelfläche
25 des Ankers und der Polrohrbohrung eine Folienlagerung vorgesehen, die den Raum zwischen der äußeren Mantelfläche des Ankers und der Polrohrbohrung auch im wesentlichen vollständig ausfüllen kann. Dadurch ergibt sich eine Gestaltung des Innenraums des Polrohrs derart, daß sich nur noch schwer Luft-
30 säcke bilden können, weil der lange schmale Spalt zwischen Polrohr und Anker durch die Folienlagerung vermieden wird.

In weiterer Ausbildung des erfindungsgemäßen Betätigungsmagnets kann das Polrohr auf seiner von der Ventilkegelauf-
35 nahmebohrung abgewandten Seite einen Verschlußdeckel aufweisen, der verschiedene Baugruppen beinhalten kann. So ist es denkbar, den Verschlußdeckel mit einer Justiervorrichtung zur

Einstellung des Arbeitspunktes des Ankers auszuführen. Dies kann beispielsweise durch das Vorsehen einer Justierschraube im Verschlußdeckel erfolgen.

- 5 Weiterhin kann der Verschlußdeckel auch eine Rückstellvorrichtung zur Beaufschlagung des Ankers mit einer Rückstellkraft aufweisen. Hierzu hat sich eine Rückstellvorrichtung bewährt, die insbesondere auch in den Anker hineinragen kann. Bei dieser Ausgestaltung wird der von der Rückstellvorrichtung eingenommene Raum immer von Hydraulikflüssigkeit durchströmt, die sich bei der Bewegung des Ankers innerhalb von im Anker vorgesehenen Ausgleichsbohrungen bewegt. Dadurch wird der Bildung und Ansammlung von Luftblasen im Polrohr wirksam entgegen gewirkt.

15

- Die Rückstellvorrichtung übt eine Rückstellkraft auf den Anker aus und kann dabei so ausgebildet sein, daß in der Ankerbewegungsrichtung, wenn sich die Kegelspitze auf den Ventilsitz zu bewegt, ein Teil der Magnetkraft in zwei hintereinander geschaltete Druckfedern gespeichert wird. Dabei wird zuerst eine Ankerrückzugsfeder gering vorgespannt und die Vorspannkraft durch einen Anschlag begrenzt. Anschließend wird eine Schwingungsdämpfungsfeder weiter vorgespannt, bis die Kegelspitze im Ventilsitz aufliegt. Die Federrate der Schwingungsdämpfungsfeder ist hoch. Diese Feder wird nur wenige Zehntel Millimeter vorgespannt. Mit dieser Vorrichtung kann der Nullpunktabgleich der Sollwert-Druckkennlinie durchgeführt werden, Druckschwingungen werden gedämpft und bei Sollwert 0, nachdem die Schwingungsdämpfungsfeder entspannt ist, zieht die Ankerrückzugsfeder den Anker gegen die Verschlußdeckelanschlagfläche zurück, damit ein kleines Druckgefälle am Drosselspalt zwischen Ventilsitz und Kegelspitze erreicht wird.

- 35 Schließlich kann der Anker einen sich in axialer Richtung des Ankers erstreckenden Federraum aufweisen, von dessen Bohrungsgrund aus wenigstens eine Ausgleichsbohrung zu einer

Stirnfläche des Ankers verläuft. Dadurch ist eine gründliche Durchspülung des Ankers mit Hydraulikflüssigkeit gewährleistet, wodurch der Ausbildung von Luftblasen entgegen gewirkt wird.

5

Schließlich ist die Erfindung auch in einem hydraulischen Magnetventil verwirklicht, das einen erfindungsgemäß ausgebildeten proportionalen Betätigungsmagneten aufweist.

- 10 Die Erfindung ist in der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels veranschaulicht.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen proportionalen Betätigungsmagneten und

- 15 Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch einen Teilbereich des Betätigungsmagneten aus Figur 1.

- Figur 1 zeigt einen erfindungsgemäßen proportionalen Betätigungsmagneten 1 im Querschnitt. Der Betätigungsmagnet 1 gliedert sich im wesentlichen in eine Betätigungsspule 2 und in
20 einen Pol 3, auf den die Betätigungsspule 2 aufgesetzt und mit einer Kunststoffmutter 4 befestigt ist.

- Die Betätigungsspule 3 hat ein Spulengehäuse 5, das im wesentlichen die Form eines Topfes hat. An einer offenen Stirnfläche des Spulengehäuses 5 ist eine Ringscheibe 6 eingesetzt, die eine Durchtrittsöffnung 7 aufweist, in der der Pol 3 angeordnet ist. An der der Ringseite 6 gegenüberliegenden Stirnfläche ist das Spulengehäuse zu einem Gehäuseboden 8 umgeformt, in der eine Bodenöffnung 9 vorgesehen ist, die mit
30 der Außenseite des Pols 3 abschließt. In dem von der Außenseite des Pols 3 und dem Spulengehäuse 5 gebildeten Hohlraum ist eine Magnetspule 10 angeordnet, die eine Vielzahl von auf einem Spulenträger 11 vorgesehenen Spulenwindungen aufweist,
35 die an zwei auf der Außenseite des Spulengehäuses 5 vorgesehenen Anschlußfahnen 12 angeschlossen sind. Das nicht von der

Magnetspule 10 eingenommene Volumen im Inneren des Spulengehäuses 5 ist mit einer Vergußmasse 13 ausgefüllt.

Der Pol 3 gliedert sich in einen in Figur 1 linksseitig gelegenden Ventilkegelbereich 14, an den sich ein in Figur 1 rechtsseitig gelegenes Polrohr 15 anschließt. Dabei ist in einem Übergangsbereich zwischen dem Ventilkegelbereich 14 und dem Polrohr 15 ein Konusbereich 16 vorgesehen, der als einstückig mit dem Ventilkegelbereich 14 und dem Polrohr 15 in Verbindung stehender antimagnetischer Materialbereich ausgebildet ist. Der Übergangsbereich zwischen Polrohr 15, Konusbereich 16 und Ventilkegelbereich 14 ist so ausgeformt, daß mit dem Betätigungsmagnet 1 auf den Ventilkegel 20 eine Kraft erzeugt wird, die proportional zum angelegten Strom ist.

Der Ventilkegelbereich 14 ist mit einer axial verlaufenden und durchgehenden Ventilkegelbohrung 17 versehen. In dem austretenden Ende der Ventilkegelbohrung 17 ist ein Ventilsitz 18 eingesetzt, in dem eine Eintrittsdüse 19 angeordnet ist. In dem in Figur 1 gezeigten Zustand ragt ein in die Ventilkegelbohrung 17 eingesetzter Ventilkegel 20 mit einer Kegelspitze 21 in die Sitzbohrung 22 des Ventilsitzes 18 und bildet mit der Ventilsitzkante 22a einen Drosselspalt. Der Betätigungsmagnet arbeitet als direktbetätigtes Proportional-Druckbegrenzungsventil und regelt im Zufluß P den Druck. In Regelstellung kann Hydraulikflüssigkeit vom Zufluß P die Sitzbohrung 22, den Drosselspalt an der Ventilsitzkante 22a in die Ventilkegelbohrung 17 einströmen und aus dieser über radial im Ventilkegelbereich 14 vorgesehene Tankanschlußöffnungen 23 wieder abfließen.

Der Ventilkegel 20 weist neben der Kegelspitze 21 noch zwei im wesentlichen zylindrische Führungsabschnitte 24 auf, die mit in dieser Ansicht besonders gut sichtbaren Überströmabflachungen 25 versehen sind. Die beiden Führungsabschnitte 24 sind durch einen Verbindungsabschnitt 26 mit geringerem Durchmesser miteinander verbunden. Der Außendurchmesser der

Führungsabschnitte ist so bemessen, daß der Ventilkegel 20 in der Ventilkegelbohrung 17 beweglich geführt ist.

Auf seiner Außenseite ist der Ventilkegelbereich 14 des Pols 3 zum einen mit einem Polgewinde 27 und zum anderen mit einem Anschlagabsatz 28 versehen, der in eingeschraubtem Zustand des Pols 3 in eine in dieser Ansicht nicht gezeigte Ventilhäuser an dem Ventilgehäuse anliegt.

10 Im Inneren des Polrohrs 15 ist ein Ankerraum 29 mit einer zylindrischen Polrohrbohrung 62 ausgebildet, in der ein Anker 30 mit im wesentlichen zylindrischer Form axial verschieblich eingesetzt ist.

15 Die Polrohrbohrung 62 ist vollständig mit einem hier nicht gezeigten, beispielsweise aus Teflonmaterial hergestellten Folienlager ausgekleidet. Die Abmessungen der Polrohrbohrung 62 und des Ankers 30 sind so gewählt, daß das Folienlager den Zwischenraum zwischen der Außenseite des Ankers 30 und der
20 Polrohrbohrung 62 vollständig ausfüllt, wobei der Anker 30 noch leichtgängig innerhalb der Polrohrbohrung 62 verschieblich ist.

Der Anker 30 weist in seiner in Figur 1 linksseitig gelegenen
25 Stößelstirnseite 31 mittig eine Stößelsackbohrung 32 auf, in die ein stabförmiger Ankerstößel 33 eingesetzt ist. Am Ankerstößel 33 ist dabei ein ringförmiger Stößelabsatz 34 ausgeformt, mit dem sich der Ankerstößel 33 an der Stößelstirnseite 31 des Ankers 30 abstützt. Das vom Anker 30 wegweisende
30 Ende des Ankerstößels 33 liegt auf der Stirnseite des in Figur 1 rechtsseitig gelegenen Führungsabschnitts 24 des Ventilkegels 20 auf.

Der Ankerstößel 33 verläuft dabei in einem Bereich zwischen
35 der Stößelstirnseite 31 und dem Führungsabschnitt 24 durch eine Stauscheibe 35, die in einem Übergangsbereich zwischen dem Ankerraum 29 und der Ventilkegelbohrung 17 in den Pol 3

eingesetzt ist. Die Stauscheibe 35 ist dazu mit einer mittig angeordneten Stößelbohrung 36 versehen. Die Stauscheibe 35 ist für eine gute Funktion des Betätigungsmagneten 1 an ihrem äußeren Umfang dicht mit dem Pol 3 verbunden. Die Stößelbohrung 36 ist so klein ausgeführt, daß der Ankerstößel 33 bei einer Axialbewegung des Ankers 30 gerade noch im wesentlichen reibungsfrei innerhalb der Stößelbohrung 36 bewegbar ist.

Der Anker 30 weist ferner an einer der Stößelstirnseite 31 gegenüberliegenden Rückstirnseite 37 eine als Sackloch ausgebildete Federkammer 38 auf. Der Grund der Federkammer 38 steht über zwei Durchströmkanäle 39 mit der Stößelstirnseite 31 derart in Verbindung, daß bei einer Bewegung des Ankers 30 innerhalb des Ankerraums 29 Hydraulikflüssigkeit durch die Durchströmkanäle 39 hindurchtreten kann.

Das Polrohr 15 ist an seinem in Figur 1 rechtsseitig gelegenen Ende mit einem metallischen Verschlußdeckel 40 verschlossen. Hierzu weist der Verschlußdeckel 40 eine auf der Außenseite angeordnete umlaufende Bördelnut 41 auf, in die bei eingesetztem Zustand des Verschlußdeckels 40 in das Polrohr 15 ein Polrohrrend 42 des Polrohrs 15 eingedrückt ist. In dem im Inneren des Polrohrs 15 befindlichen Teil des Verschlußdeckels 40 ist auf der Außenseite eine Ringnut 43 ausgeformt, in die ein Dichtring 44 eingesetzt ist, so daß sich eine dichte Verbindung zwischen der Außenseite des Verschlußdeckels 40 und der Innenseite des Polrohrs 15 ergibt.

Auf der außerhalb des Polrohrs 15 gelegenen Außenseite des Verschlußdeckels 40 ist ein Fixierungsgewinde 45 ausgeformt, das mit einem dazu komplementären Innengewinde der Kunststoffmutter 4 zusammenwirkt. Dadurch ist die Kunststoffmutter 4 auf den Verschlußdeckel 40 aufschraubbar, wo sie mit einer Mutterunterseite 46 den Gehäuseboden 8 des Spulengehäuses 5 beaufschlagt und diesen fest gegen ein in dieser Ansicht nicht dargestelltes Ventilgehäuse preßt, in das der Pol 3 eingeschraubt ist. Ein an der Unterseite der Ringscheibe 6

vorgesehener Rastnocken 47, der in eine in dieser Ansicht nicht gezeigte Rastnockenöffnung im Ventilgehäuse eingreift, verhindert dabei, daß sich das Spulengehäuse 5 bezüglich des Ventilgehäuses verdreht.

5

Der Verschlußdeckel 40 weist im Inneren eine axial verlaufende und durchgehende Justierschraubenbohrung 48 auf, in die eine Justierschraube 49 eingesetzt ist. Die Justierschraube 49 hat dabei einen Schraubenkopf 50, in dem eine Innensechskantöffnung 51 ausgeformt ist. An den Schraubenkopf 50 schließt sich ein Gewindebereich 52 an, der mit einem entsprechenden Innengewindebereich am Verschlußdeckel 40 zusammenwirkt. Zusätzlich ist im Gewindebereich 52 zwischen dem Verschlußdeckel 40 und der Justierschraube 49 ein Kunststoffring 53 zur Verdrehsicherung der Justierschraube 49 im Verschlußdeckel 40 vorgesehen. Weiterhin weist die Justierschraube 49 einen Dichtbereich 54 auf, in dem außenseitig ein Dichtring 55 angeordnet ist, der eine Abdichtung zwischen der Justierschraube 49 und der Justierschraubenbohrung 48 bewirkt.

Ausgehend vom Dichtbereich 54 erstreckt sich ein stabförmiger Rückstellfederträger 56 der Justierschraube 49 in die Federkammer 38 des Ankers 30 hinein. Der Rückstellfederträger 56 weist an seinem Ende eine Anschlagsscheibe 57 auf, an der sich ein Ende einer Schwingungsdämpfungsfeder 58 abstützt. Das andere Ende der Schwingungsdämpfungsfeder 58 stützt sich in dem in Figur 1 gezeigten Zustand an einer in der Federkammer 38 befestigten Anschlaghülse 59 ab, die über einen Sicherungsring 60, der sowohl in einer Nut in der Anschlaghülse 59 als auch in einer Nut in der Federkammer 38 eingreift, axial bezüglich des Ankers 30 fixiert ist.

Dabei ist im Inneren der Anschlaghülse 59 in einem Bereich zwischen dem Rückstellfederträger 56 und der Wandung der Anschlaghülse 59 eine Ankerrückzugsfeder 61 eingesetzt, die in

dem in Figur 1 gezeigten Zustand durch die Wirkung der Schwingungsdämpfungsfeder 58 zusammengedrückt ist.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch einen Teilbereich des Ankers 30 und der Justierschraube 49 in einem Zustand, in dem der Anker 30 gegenüber dem in Figur 1 gezeigten Zustand nach rechts verschoben ist.

Wie man in dieser Ansicht besonders gut sieht, ist die Anschlagscheibe 57 durch Umbördeln eines Materialbereichs des Rückstellfederträger 56 fest mit diesem verbunden.

In dem in Figur 2 gezeigten Zustand ist der Anker 30 soweit bezüglich der Justierschraube 49 nach rechts verschoben, daß die Schwingungsdämpfungsfeder 58 bis auf die Restvorspannkraft der Ankerrückzugsfeder 61 entspannt ist. Mit dem in Figur 2 rechtsseitig gelegenen Ende liegt die Schwingungsdämpfungsfeder 58 auf dem linken Ende der Ankerrückzugsfeder 61 auf.

20

Im Betrieb verhält sich der erfindungsgemäße Betätigungsmagnet 1 wie folgt. Bei einem Stromfluß durch die Magnetspule 10 wird der Anker 30 in die in Figur 1 gezeigte Druckregelleistung gezogen, in der er über den Ankerstößel 33 den Ventilkegel 20 so beaufschlagt, daß die Kegelspitze 21 mit der Ventilsitzkante 22a einen vorbestimmten Drosselspalt bildet. Um das bei der Bewegung des Ankers 30 nach links sich aus dem Ankerraum 29 herausbewegende Hubvolumen des Ankerstößels 33 auszugleichen, strömt Hydraulikflüssigkeit aus der Ventilkegelbohrung 17 über den Ringspalt zwischen Stößelbohrung 36 und Ankerstößel 33 in den Ankerraum 29. Außerdem wird die Hydraulikflüssigkeit im Ankerraum 29 vom Anker 30 verdrängt und strömt über die Durchströmkanäle 39 im Anker 30 und über die Federkammer 38 in den hinteren Ankerraum 63.

35

Bei einer Bewegung des Ankers 30 nach rechts schiebt der Anker 30 die Hydraulikflüssigkeit aus dem hinteren Ankerraum 63

über die Federkammer 38 und die Durchströmkanäle 39 in den Ankerraum 29. Die überschüssige Hydraulikflüssigkeit im Ankerraum 29, entsprechend dem eindringenden Stößelvolumen, entweicht über den Ringspalt zwischen Stößelbohrung 36 und Ankerstößel 33 zurück in die Ventilkegelbohrung 17.

Wenn in Regelstellung des Ankers 30 in der Sitzbohrung 22 schnelle Druckänderungen auftreten oder schnelle Stromänderungen auf die Magnetspule 10 geschaltet werden, bewegt sich der Anker mit hoher Geschwindigkeit nach rechts und links. Dabei strömt kurzzeitig eine große Menge Hydraulikflüssigkeit vom Ankerraum 29 in den Hinteren Ankerraum 63 und zurück. In den Durchströmkanälen 39, der Federkammer 38, vorbei an der Anschlagscheibe 57, der Schwingungsdämpfungsfeder 58 und der Ankerrückzugsfeder 61 wird der Strömung ein Widerstand entgegengesetzt, so daß sich bei einem Hub des Ankers 30 nach links im Ankerraum 29 ein Staudruck aufbaut, der auch auf die Stößelstirnseite 31 wirkt, und so die Bewegung des Ankers 30 nach links bremst.

20

Der ausströmenden Hydraulikflüssigkeit aus dem Ankerraum 29 in die Ventilkegelbohrung 17 wird somit von der kleinen Ringspaltfläche zwischen Stößelbohrung 36 und Ankerstößel 33 ein hoher Widerstand entgegengesetzt, wodurch sich im Ankerraum 29 ein Staudruck aufbauen kann. Desgleichen wird bei einem Hub des Ankers 30 nach rechts im hinteren Ankerraum 63 ein Staudruck aufgebaut der auf die Rückstirnseite 37 des Ankers 30 wirkt und die Bewegung des Ankers bremst. Im Ergebnis werden die Ankerbewegungen in beide Richtungen gedämpft.

30

Zusätzlich dämpft die Schwingungsdämpfungsfeder 58 die Regelhübe vom Anker 30 in beide Richtungen. Tritt in der Sitzbohrung 22 eine Druckschwingung auf und der Druck fällt dabei unter den vorgegebenen Wert ab, bewegt sich der Ventilkegel 20 mit dem Anker 30 nach links und verkleinert den Drosselspalt zwischen Ventilkante 22a und Ventilkegelspitze 21. Gleichzeitig wird die Schwingungsdämpfungsfeder 58 höher vor-

35

gespannt, und durch die hohe Federrate dieser Feder der Regelhub des Ventilkegels 20 nach links reduziert. Steigt der Druck in der Sitzbohrung 22 über den vorgegebenen Wert an, schiebt die auf die Ventilkegelspitze 21 einwirkende höhere hydraulische Kraft den Ventilkegel 20 und den Anker 30 nach rechts. Dabei wird die Schwingungsdämpfungsfeder 58 entsprechend ihrer Federrate entspannt. Die zuvor in der Schwingungsdämpfungsfeder 58 gespeicherte Magnetkraft wird frei und steigt um denjenigen Betrag an, um den die Federkraft abnimmt. Damit wird der Regelhub des Ventilkegels nach rechts verkleinert. Durch die aufgeführten Dämpfungseinrichtungen wird verhindert, daß die Regelbewegungen von Ventilkegel 20 und Anker 30 zu groß werden, wodurch Dauerschwingungen wirksam unterdrückt werden.

15

Wird der elektrische Strom auf die Magnetspule 10 bis auf einen kleinen Vorstrom zurückgenommen, drückt die Schwingungsdämpfungsfeder 58 den Anker 30 um die Vorspannhub dieser Feder, der nur wenige Zehntelmillimeter beträgt, nach rechts. Nachfolgend schiebt die Ankerrückzugsfeder 61 den Anker 30 gegen die Verschlußdeckelanschlagfläche 64. Dadurch entsteht zwischen Ventilsitzkante 22a und Ventilkegelspitze 21 ein großer Drosselspalt, der der strömenden Hydraulikflüssigkeit nur einen kleinen Widerstand entgegensetzt.

25

Patentansprüche

1. Proportionaler Betätigungsmagnet (1) insbesondere für ein hydraulisches Magnetventil, der die folgenden Merkmale aufweist:
- einen Pol (3) mit einer Ventilkegelaufnahmebohrung (17) zur Aufnahme eines Ventilkegels (20),
 - ein im wesentlichen zylindrisches Polrohr (14) mit einer Polrohrbohrung (62) zur Aufnahme eines im wesentlichen zylindrischen Ankers (30),
 - zwischen Anker (30) und Ventilkegel (20) erstreckt sich ein Ankerstößel (33), der gegenüber dem Anker (30) und dem Ventilkegel (20) einen kleineren Durchmesser aufweist,
 - in einem Bereich zwischen Ventilkegelaufnahmebohrung (17) und Polrohr (14) ist um den Ankerstößel (33) herum ein Staubereich (35) mit einer Stößeldurchtrittsöffnung (36) vorgesehen, wobei zwischen der Innenseite der Stößeldurchtrittsöffnung (36) und der Außenseite des in der Stößeldurchtrittsöffnung (36) verlaufenden Ankerstößels (33) ein Ringspalt mit einer vorbestimmten Spaltbreite ausgebildet ist.
2. Betätigungsmagnet nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Spaltbreite zu dem Durchmesser des Ankerstößels kleiner als 0,25 ist.
3. Betätigungsmagnet nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Spaltbreite zu dem Durchmesser des Ankerstößels kleiner als 0,05 ist.
4. Betätigungsmagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

der Staubereich als im wesentlichen kreisscheibenförmige Stauscheibe (35) ausgebildet ist, in der die Stoßeldurchtrittsöffnung (36) mittig vorgesehen ist.

- 5 5. Betätigungsmagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
im Bereich zwischen Außenseite des Ankers (30) und der
Polrohrbohrung (62) eine Folienlagerung vorgesehen ist.
- 10 6. Betätigungsmagnet nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Folienlagerung den Raum zwischen der Außenseite des
Ankers (30) und der Polrohrbohrung (62) im wesentlichen
15 vollständig ausfüllt.
7. Betätigungsmagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
20 das Polrohr (14) auf seiner von der Ventilkegelaufnahme-
bohrung (17) abgewandten Seite einen Verschlußdeckel (40)
aufweist.
- 25 8. Betätigungsmagnet nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Verschlußdeckel (40) eine Justierschraube (49) zur
Einstellung des Arbeitspunktes des Ankers (30) aufweist.
- 30 9. Betätigungsmagnet nach Anspruch 7 oder Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Verschlußdeckel (40) eine Rückstellvorrichtung (57,
58, 59, 61) zur Beaufschlagung des Ankers (30) mit einer
Rückstellkraft aufweist.
- 35 10. Betätigungsmagnet nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß

die Rückstellvorrichtung (57, 58, 59, 61) so ausgebildet ist, daß der Anker (30) mit einer Rückstellkraft beaufschlagbar ist, die über den Hub des Ankers (30) eine nicht-lineare Kennlinie aufweist.

5

11. Betätigungsmagnet nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Rückstellvorrichtung eine Schwingungsdämpfungsfeder (58) sowie eine mit der Schwingungsdämpfungsfeder (58) in
10 Reihe geschaltete Ankerrückzugsfeder (61) mit einer kleineren Federkonstante aufweist, wobei ferner die Wirkung der Ankerrückzugsfeder (61) beim Überschreiten einer vorbestimmten Rückstellkraft aufhebbar ist.

15

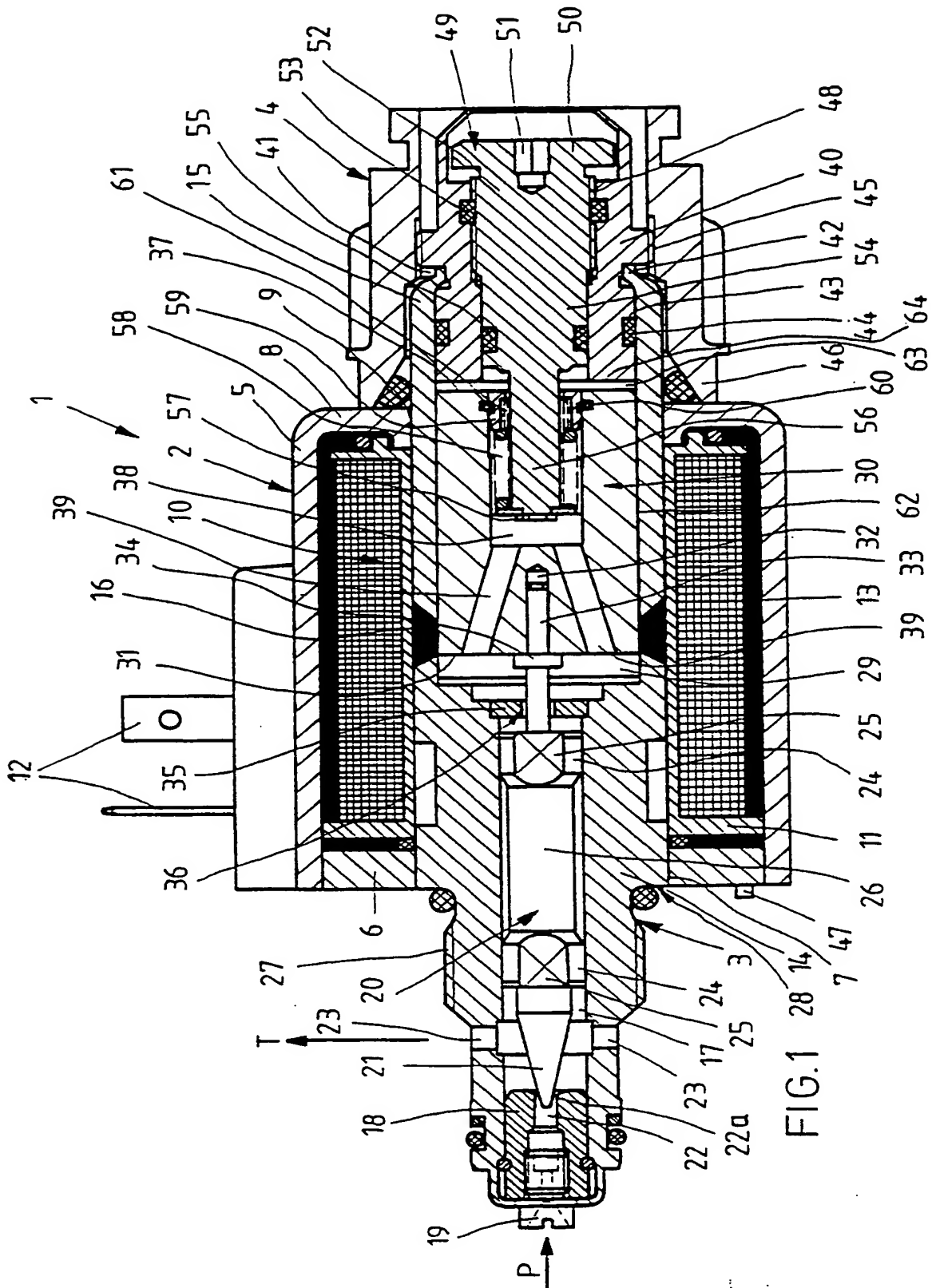
12. Betätigungsmagnet nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Anker (30) einen sich in axialer Richtung erstreckenden und als Sackloch (38) ausgebildeten Federraum aufweist.

20

13. Betätigungsmagnet nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Anker (30) wenigstens eine Ausgleichsbohrung (39) aufweist, die sich insbesondere von einem Bohrungsgrund
25 des Sacklochs (38) aus zu einer Stirnfläche (31) des (30) Ankers erstreckt.

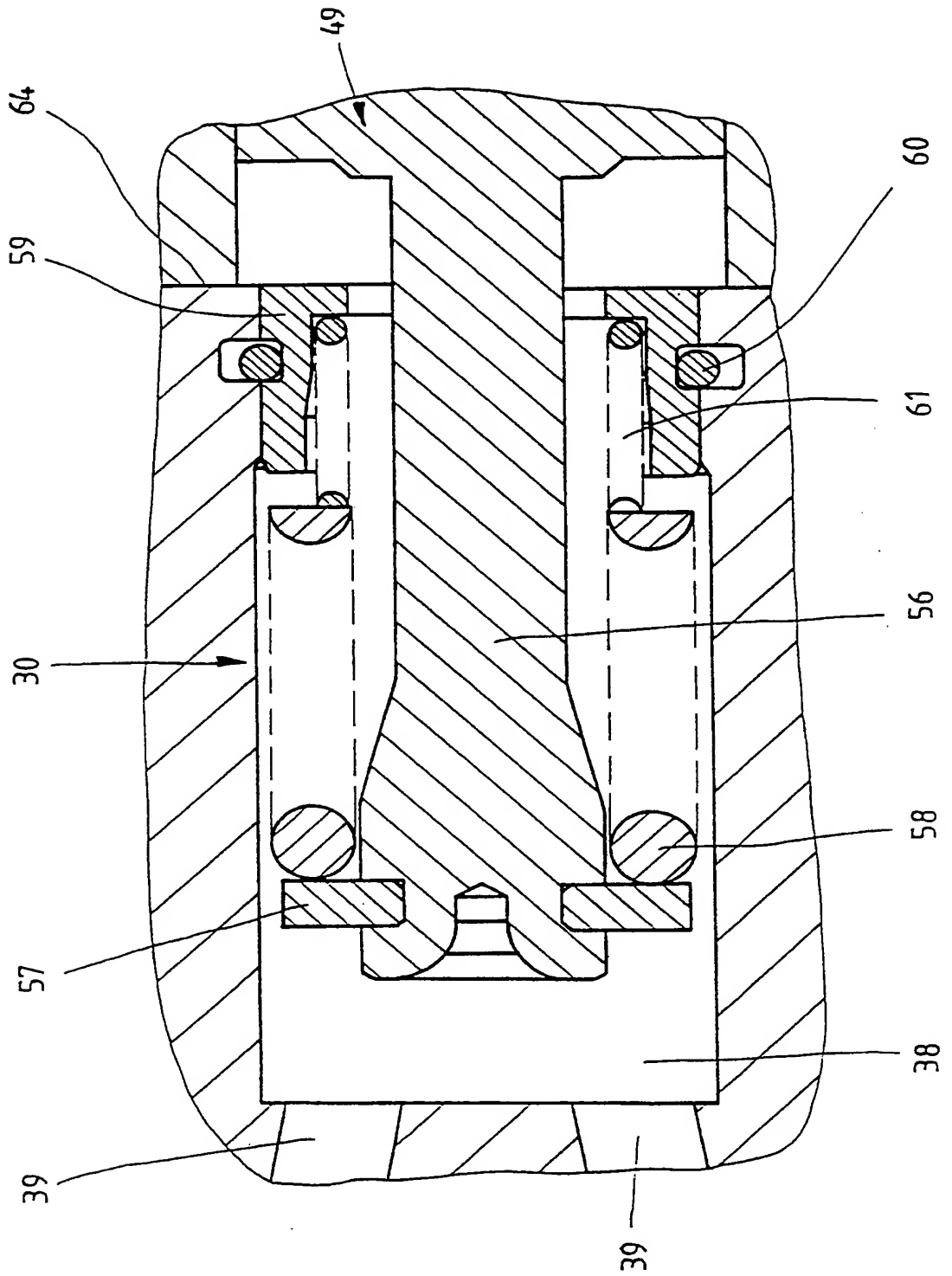
14. Hydraulisches Magnetventil mit einem Betätigungsmagneten nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

1/2



2/2

FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP 00/01013A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER⁶:

IPC7 :F16K31/06 , B60T8/36 , F16K47/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7 :F16K , B60T , F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | DE 19527482 A (AISIN SEIKI K.K.) 08 February 1996 (08.02.96) , Figure. 1, 4 , Column 4 , Lines 35-45 , Column 4 , Line 66 - Column 5 , Line 1 , Column 5 , Lines 8-12 , Column 6 , Lines 56-68. | 1 , 2 , 14 |
| A | DE 19611832 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 02 October 1997 (02.10.97) , Figure. 1 , Column 2 , Lines 27-31 . -- | 1-3 |
| A | EP 0759388 A (DAEWOO ELECTRONICS CO LTD .) 26 February 1997 , Figure . 2 . | 1 , 7 , 9 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 May 2000 (08.05.00)Date of mailing of the international search report
12 July 2000 (12.07.00)Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office
Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/01013

| Patent document cited in search report | | | Publication date | Patent family member(s) | | | Publication date |
|---|----|----------|---------------------|----------------------------|----|----------|---------------------|
| DE | A1 | 19527482 | 08-02-1996 | JP | A2 | 5093955 | 12-04-1996 |
| DE | C2 | 19527462 | 20-01-2000 | US | A | 5601275 | 11-02-1997 |
| DE | A1 | 19611832 | 02-10-1997 | | | none | |
| EP | A2 | 759388 | 26-02-1997 | AU | A1 | 38163/95 | 12-03-1997 |
| EP | A3 | 759388 | 01-09-1999 | CA | AA | 2202973 | 27-02-1997 |
| | | | | IL | A0 | 115958 | 31-01-1996 |
| | | | | JP | T2 | 10513537 | 22-12-1998 |
| | | | | KR | B1 | 121914 | 08-12-1997 |
| | | | | US | A | 5619087 | 08-04-1997 |
| | | | | WO | A1 | 9706999 | 27-02-1997 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abkürzungen

PCT/EP 00/01013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

F16K31/06, B60T8/36, F16K47/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK7.

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16K, B60T, F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | DE 19527482 A (AISIN SEIKI K.K.) 08 Februar 1996, Fig. 1,4, Spalte 4, Zeilen 35-45, Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 1, Spalte 5, Zeilen 8-12, Spalte 6, Zeilen 56-68. -- | 1, 2, 14 |
| A | DE 19611832 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 02 Oktober 1997, Fig. 1, Spalte 2, Zeilen 27-31. -- | 1-3 |
| A | EP 0759388 A (DAEWOO ELECTRONICS CO LTD.) 26 Februar 1997, Fig. 2. | 1, 7, 9 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

* A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

* E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

* I* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

* O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

* P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* &* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

08 Mai 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12. 07. 00

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.O. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

EHRENDORFER e.h.

ANHANG

Zum internationalen Recherchenbericht über die internationale Patentanmeldung Nr.

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

ANNEX

To the International Search Report to the international Patent Application No.

PCT/EP 00/01013 SAE 271472

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned search report. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

ANNEXE

Au rapport de recherche international relatif à la demande de brevet international n°

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents de brevets cités dans le rapport de recherche international visée ci-dessus. Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office.

| Im Recherchenbericht angeführte Patentdokumente Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche | | | Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication | | Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membres(s) de la famille de brevets | | Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication | |
|--|----|----------|--|----|---|----------|--|--|
| DE | A1 | 19527482 | 08-02-1996 | JP | A2 | 3093955 | 12-04-1996 | |
| DE | C2 | 19527482 | 20-01-2000 | US | A | 5601275 | 11-02-1997 | |
| DE | A1 | 19611832 | 02-10-1997 | | | none | | |
| EP | A2 | 759388 | 26-02-1997 | AU | A1 | 38163/95 | 12-03-1997 | |
| EP | A3 | 759388 | 01-09-1999 | CA | AA | 2202973 | 27-02-1997 | |
| | | | | IL | A0 | 115958 | 31-01-1996 | |
| | | | | JP | T2 | 10513537 | 22-12-1998 | |
| | | | | KR | B1 | 121814 | 08-12-1997 | |
| | | | | US | A | 5618087 | 08-04-1997 | |
| | | | | WO | A1 | 9706999 | 27-02-1997 | |